

(18)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-67089

(43)公開日 平成6年(1994)3月11日

(51)Int. CL⁵

G 0 2 B 13/18

識別記号

序内整理番号

9J20-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号

特願平4-223667

(22)出願日

平成4年(1992)7月31日

(71)出願人 000105729

コルコートエンジニアリング株式会社

東京都大田区大森西3丁目28番6号

(72)発明者 加藤 貞人

東京都大田区大森西3丁目28番6号 コル

コートエンジニアリング株式会社内

(74)代理人 弁理士 水野 高夫

(54)【発明の名称】 2群2枚の非球面レンズ系

(57)【要約】

【目的】 各種の収差が効果的に補正されるとともに短小コンパクトであり、かつ高画質の画像が得られるCCDカメラなどの小型の撮像機器あるいは投影機器に適用することができる非球面2群2枚のレンズ系を提供する。

【構成】 レンズ系を次の条件のもとで構成する：

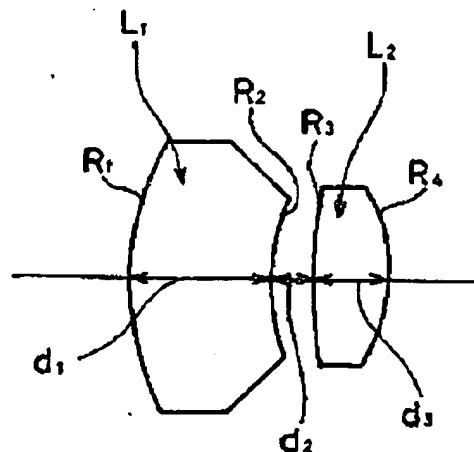
(1) 第1レンズは前方に凸面を向けた合成樹脂製の凹メニスカスレンズ、第2レンズは前方にゆるい球面を向けた合成樹脂製の両凸レンズ。

(2) $2.5 \leq (|R_1| + |R_2|) / (|R_1| - |R_2|) \leq 5.0$

(3) $1.3f \leq |R_2| \leq 3f$

(4) $0.15f \leq d_1 \leq 0.5f$

(5) $0.1f \leq d_2 \leq 0.7f$



(2)

特開平6-67089

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2群2枚の非球面レンズ系において、前記レンズ系が、

(1) 第1レンズは前方に凸面を向けた合成樹脂製の凹メニスカスレンズ、第2レンズは前方にゆるい球面を向けた合成樹脂製の両凹レンズ、

(2) $2.5 \leq (1R_1 + 1R_2) / (1R_1 - 1R_2) \leq 5.5$

(3) $1.3f \leq 1R_1 \leq 3f$

(4) $0.15f \leq d_1 \leq 0.5f$

(5) $0.1f \leq d_2 \leq 0.7f$

の光学特性により規定されることを特徴とする撮像または投影用の短小かつ収差補正に優れた2群2枚の非球面レンズ系。但し、前記関係式において、各記号は次のことを意味する。

R_1 第1レンズの前面曲率半径

R_2 第1レンズの後面曲率半径

R_1 第2レンズの前面曲率半径

d_1 第1レンズの中心肉厚 (mm)

d_2 第1と第2レンズの軸上の空気間隔 (mm)

f 第1、第2レンズの合成焦点距離

【請求項2】 第1レンズおよび第2レンズの屈折率 (n) とアッペ数 (ν) が、それぞれ $n = 1.49 \sim 1.54$ 、 $\nu = 55 \sim 57$ である請求項1に記載の2群2枚の非球面レンズ系。

【請求項3】 d 値 ($d = d_1 + d_2$)、(但し、 d_1 は第2レンズの中心肉厚、mm) が、 $0.9f \leq d \leq 1.2f$ である請求項1に記載の2群2枚の非球面レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、CCDビデオ監視カメラや液晶テレビの投影用 (プロジェクター) などのレンズ系に有用な2群2枚の非球面レンズ系に関する。即ち、本発明は光学系の全長が短くコンパクトであり、各種の収差 (サイデルの5収差など) の補正性に優れるとともに、合成樹脂製であるために経済的である2群2枚の非球面レンズ系を提供しようとするものである。

【0002】

【従来の技術】 CCDビデオ監視カメラや液晶テレビの投影用 (プロジェクター) などのレンズ系においては、忠実な被写体の再現やテレビ画像の忠実な再現など望まれることはいくまでもないことである。この場合、例えば、監視レンズの如き撮像系、即ち視野の広がりが必要とする光学系において、中心の描写力 (再現性) と同等の中心以外の視野全面の描写力 (再現性) が要求されることはいうまでもないことである。

【0003】 前記した要求特性を実現するためには、所定の光学系においては各種の収差、即ち球面収差 (以

2

下、SAともいう。)、コマ収差 (以下、CMともいう。)、非点収差 (以下、ASともいう。)、歪曲収差 (以下、DSともいう。)、像面湾曲及び色収差 (色消し) の各種収差が均衡がとれて補正されることが望ましい。

【0004】 また、最近においては、CCDカメラなどの撮像装置が小型化しており、これらに適用されるレンズ系も小型化、コンパクト化が要求される。特に、前記した各種収差を複数のレンズにより補正しようとするとその光学系の全長は合成焦点距離の数倍にもなるため、全長が短小でコンパクトなものが望まれている。

【0005】 CCD監視カメラ用のレンズ系として、非球面の2群2枚のレンズ系が市販されているが、光学系の全長が、合成焦点距離 (f) の4倍～6倍に達するものであり、短小コンパクト化という要求には十分に答えることができない。前記レンズ系においては、収差補正を第1レンズに大きな凹パワーを付与して解決しようという考え方が流れている。この点、そのシェープファクタ (Shape-factor)、具体的には $(1R_1 + 1R_2) / (1R_1 - 1R_2)$ の値をみると、前記市販品のものは1.0に近い1.2という値を示している。これは、第1レンズに強力な凹パワーを付与し、監視カメラという用途から超広角を實現し、その反面、相対的に長い光学系 (凹パワーの付与とともに合成焦点距離が大きくなり光学系は長いものになる。) において収差補正を行なうというものである。しかしながら、市販の前記超広角の魚眼レンズタイプのものにおいては、十分な収差補正が實現できず、忠実かつ画像細部 (texture) の再現性が要求されるレンズ系には適用することができない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、前記した従来の非球面2群2枚のレンズ系の欠点を解消し、忠実な画像の撮影や投影ができるとともに優れた収差の補正性を有し、かつ光学系の全長が短小でコンパクトな従来にはみられない非球面2群2枚のレンズ系を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明を概略すれば、本発明は、撮像または投影用の短小かつ収差補正に優れた2群2枚の非球面レンズ系において、前記レンズ系が、

(1) 第1レンズは前方に凸面を向けた合成樹脂製の凹メニスカスレンズ、第2レンズは前方にゆるい球面を向けた合成樹脂製の両凹レンズ、

(2) $2.5 \leq (1R_1 + 1R_2) / (1R_1 - 1R_2) \leq 5.5$

(3) $1.3f \leq 1R_1 \leq 3f$

(4) $0.15f \leq d_1 \leq 0.5f$

(5) $0.1f \leq d_2 \leq 0.7f$

の光学特性により規定されることを特徴とする2群2枚

特開平6-67089

(3)

4

の非球面レンズ系に関するものである。但し、前記関係式において、各記号は次のことを意味する。

R_1 第1レンズの前面側曲率半径
 R_2 第1レンズの後面側曲率半径
 R_3 第2レンズの前面側曲率半径
 d_1 第1レンズの中心肉厚 (mm)
 d_2 第1と第2レンズの軸上の空気間隔 (mm)
 f 第1、第2レンズの合成焦点距離

【0008】以下、本発明の技術的構成を詳しく説明する。本発明において、合成樹脂製で非球面の2群2枚の単純なレンズ系の性能向上を図るための基本的な考え方は次の点にある。即ち、本発明のレンズ系の基本的な設計思想は、次の点にある。

【0009】レンズ系の各収差を補正するために、ベッツガールの条件 (Petzval's condition) が念頭に入れられる。同知のように、ベッツガールの条件とは共軸球面光学系において非点収差と像面のまがりを同時に補正するための必要条件の1つである。一般的には、レンズ材料の屈折率によってベッツガール係数の和は大きく影響され、前記収差はベッツガール係数を極力、小さい値にすることにより達成される。この点、合成樹脂レンズを用いた従来のレンズ系、例えばレンズ系を凸、凹、凸のようなレンズ構成とすると、ベッツガール係数の和は、0.8付近にとどまり、実用的な像面補正が不可能である。

【0010】本発明においては、前記ベッツガール係数を従来より低い値、例えば0.7付近、またはそれ以下の値とするようにしている。具体的には、第1レンズを凹パワーとして、ベッツガール係数を負の値としている。

【0011】(i) また、前記した点と関連して、光学系の全長の短小化、コンパクト化という要請を考慮して、コンパクト化の指標として $d = d_1 + d_2 + d_3$ (但し、 d_3 は第2レンズの中心肉厚、mm) で規定される d 値をみたとき、該 d 値を本発明においては第2枚のレンズ系の合成焦点距離 (f) に対して特定の値に維持するという考え方をとっている。前記した基本的な考え方のもとに誘導されたのが、前記した(2)～(5)の条件である。

【0012】本発明において、前記第1レンズを凹パワーとし、ベッツガール係数 $\sum K/R$ の値として負の値を有する第1レンズの全体形状、即ちシェーブファクタの値は、前記した(2)の条件を採用するものである。なお、第1レンズを凹レンズとすることにより、像面収差、コマ収差は合成樹脂ならではの非球面加工により、比較的容易に補正することができる。本発明において、第1レンズのシェーブファクタ $\{ (1/R_1 + 1/R_2) / (1/R_1 - 1/R_2) \}$ は2.5～5.5とすることが大切である。前記第1レンズのシェーブファクタ、別言

すれば第1レンズの両曲面形状を規定するファクタにおいて、前記した数値限定の範囲を外れると、第1レンズ (L_1) の単独の焦点距離が大幅に長くなるかあるいは短くなるため、第2レンズ (L_2) の凸レンズの補償が困難となり、かつ非球面による収差補正も良好な結果を与えない。

【0013】前記(3)の条件設定は、前記(2)の条件設定と同じであり、第2レンズ (L_2) の前面側曲率半径 (R_3) が前記範囲を越えると後面側曲率の補正は良好となるものの、最終面の曲率半径 (R_4) が逆に小さくなるため球面収差、コマ収差が大きくなり補正不足となり、レンズ面を非球面としても補正しきれなくなる。

【0014】前記(4)、(5)の条件設定は、いずれも第2レンズ (L_2) 以前の合成焦点距離の影響を考慮したものであり、前記(4)、(5)の条件値より大きい値をとるとベッツガール係数 $\sum K/R$ は小さくなるものの、光学系の全長、即ち前記した d 値が増大し実用的な光学系を構成することができなくなる。

【0015】本発明の前記した非球面2群2枚のレンズ系において、第1～第2レンズ (L_1, L_2) はメタクリル樹脂などの合成樹脂で製作されるものであり、その屈折率 (n) とアズベ数 (透明樹脂の光の分散性を規定する量) (ν) は、夫々、 $n = 1.49 \sim 1.54$ 、 $\nu = 55 \sim 57$ のものが好適に使用される。また、本発明の非球面2群2枚のレンズ系は、前記したように小型CCDカメラの撮像用レンズ系などとして使用されるものであり、前記条件のもとでレンズ系のコンパクト化の指標として前記したように $d = d_1 + d_2 + d_3$ なる d 値を採用してみると、該 d 値は合成焦点距離 (f) との関係で、 $0.9f \leq d \leq 1.2f$ で規定される。即ち、本発明のレンズ系は従来のものと比較して極めて短小かつコンパクトなレンズ系となるものである。従って、本発明の非球面2群2枚レンズ系は、前記したように各収差の補正性に優れかつコンパクトであるため、収差補正により超広角を重視した広視野ビューレンズに対して汎用的な目標物を的確に記録する中角度視野用レンズとして、例えば小型撮像機などのレンズ系として有用である。

【0016】本発明のレンズ系は光軸をX軸とし、平行光の入射する面の頂点を原点とするX、Y軸直交座標系において、下記一般式で表わされる非球面レンズであることを前提とするものである。

$$X = BY^4 + AY^3 + AY^2 + AY + A_0, Y^{11}$$

但し、

$$B = C / \{ 1 + [1 - (K+1)C^2 Y^2] \}^{-1/2}$$

$$C = 1/R$$

$$K = \text{円錐定数}$$

$$A = 4\text{次}, 6\text{次}, 8\text{次}, 10\text{次の展開係数}$$

【0017】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に詳しく説明

(4)

特開平6-67089

5

5

する。

【0018】(実施例1)

(i) 本発明の第一実施態様の2群2枚の非球面レンズ系の構成図(コンフィギュレーション)を図1に示す。第1レンズ(L₁)と第2レンズ(L₂)の配置関係、各レンズ面の番号(記号R₁〜R₄)、レンズの内厚やレンズ間距離の符号(d₁、d₂、d₃)は図示の通りである。

(ii) 本発明の第一実施態様においては、次の条件にもとづいて2群2枚の非球面レンズ系を構成した。

・各レンズ(L₁、L₂)の屈折率(n)は波長564.1nmにおける屈折率n=1.53218

・各レンズ(L₁、L₂)のアッペ数ν=56.0

・合成焦点距離=9.0mm

・明るさ(Fナンバー)=2.3

・包括角度=37°

【0019】<R値、d値について>

R₁=8.8 d₁=4.5

R₂=5.92 d₂=1.33

R₃=13.75 d₃=2.7

R₄=-4.664

【0020】<非球面係数について>

10

*第1面(R₁) K=0.0A₁=-3.3×10⁻⁴A₂=0.0A₃=0.0A₄=0.0第2面(R₂) K=0.0A₁=2.5×10⁻⁴A₂=0.0A₃=0.0A₄=0.0

10

第3面(R₃) K=0.0A₁=0.0A₂=-9.8×10⁻⁴A₃=0.0A₄=0.0

【0021】(各収差補正値について)第一実施態様におけるレンズ系の3次収差補正係数値は下記表1の通りである。なお、表1において、SAは球面収差、CMIはコマ収差、MSは非点収差、PTはPetzval和、DSは歪曲収差を示す。

【0022】

* (表1)

| 収差 | SA | CM | AS | PT | DS |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | -0.1817 | 0.6460 | -0.2619 | 0.2552 | 0.3412 |
| 2 | -1.0140 | 0.1323 | -0.3762 | -0.5250 | -0.5945 |
| 3 | 0.0795 | 0.1350 | 0.2479 | 0.2273 | 0.8720 |
| 4 | 1.5571 | -0.8434 | 0.1860 | 0.6702 | -0.1003 |
| 総合 | 0.014 | 0.284 | -0.384 | 0.729 | 0.518 |

【0023】第一実施態様におけるレンズ系の収差曲線を図示すると、図3のようになる。なお、図3において、F線は波長486.13nm、C線は波長656.28nmを示し、S・Cは正弦条件を示すものである。また、第一実施態様におけるレンズ系の解像度特性(MTF, 30line/mm)を図示すると、図5のようになる。

【0024】前記実施例1のレンズ系の特性を評価すると、次の通りである。特に、実施例1のレンズ系は、レンズ系の全長を短くしようとするもので(コンパクト化指標d=d₁+d₂+d₃)、ペッツヴァル係数(和)0.72としている。このため、非点収差において周辺(包括角の大きいところ)で若干の残存収差があるが、MTF図(図5)に示されるように実用上十分な解像力を保持している。また、球面収差は十分に補正されている。一方、レンズの材料が単一であるため色収差の補正が若干残存しているが、F線で0.7%、C線で0.8%と1%以下の値を示しているので実用上の支障は全くない。

第2面(R₂) K=0.0

* (表1)

(i) 本発明の第二実施態様の2群2枚の非球面レンズ系の構成図(コンフィギュレーション)を図2に示す。

(ii) 第二実施態様において、各レンズ(L₁、L₂)の

屈折率(n)、アッペ数(ν)、合成焦点距離

(f)、明るさ、包括角度の条件設定は、第一実施態様と同じである。

【0026】<R値、d値について>

R₁=11.35 d₁=2.3

R₂=5.97 d₂=4.6

R₃=12.6 d₃=2.6

R₄=-5.688

【0027】<非球面係数について>

第1面(R₁) K=0.0

A₁=-6.5×10⁻⁴

A₂=0.0

A₃=0.0

A₄=0.0

* (表1)

A₁=1.0×10⁻⁴

(5)

特開平6-67089

7

8

$$\begin{aligned} A_4 &= 0.0 \\ A_5 &= 0.0 \\ A_{10} &= 0.0 \end{aligned}$$

第3面 (R_3) $K = 0.0$

$$A_1 = -1.1 \times 10^{-3}$$

$$A_2 = 0.0$$

$$A_3 = -3.0 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 0.0$$

*【0028】（各収差補正係について）第二実施態様におけるレンズ系の3次収差補正係数値は下記表2の通りである。

【0029】

*19 表2

| レンズ | SA | CM | AS | PT | DS |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | -1.9044 | 1.3688 | -0.7104 | 0.2754 | 0.7351 |
| 2 | -1.4166 | -0.2148 | -0.0402 | -0.5236 | -0.0358 |
| 3 | -1.4238 | 0.2359 | 1.3555 | 0.2481 | 6.5848 |
| 4 | 1.8765 | -1.1435 | 1.1438 | 0.5499 | -0.1035 |
| 総 合 | -0.161 | 0.290 | -1.317 | 0.550 | 1.072 |

【0030】第二実施態様のレンズ系の収差曲線を図示すると、図4のようになる。また、第二実施態様におけるレンズ系の解像度特性（MTF, 30line/mm）を図示すると、図6のようになる。

【0031】前記実施例2のレンズ系の特性を評価すると、次の通りである。実施例2のレンズ系において、第1レンズのシェープファクタを3.2として強い四バワーをかけているため、実施例1と比較して非点収差の補正が極めて良好であるが、歪曲収差の点で少し劣る。なお、その量が5%程度であるので実用上の限界点といえる。また、実施例2のレンズ系の球面収差は実施例1のものとはほとんど同一で良好なカーブを示している。更にMTFは、実施例1よりも一般と良好であることが判る。

【0032】

【発明の効果】本発明の非球面2群2枚の合成樹脂製レンズ系は、第1レンズに特定のシェープファクタを持たせるとともに、レンズ系の合成焦点距離を特定の値に限定することにより、各種の収差（球面収差、コマ収差、非点収差、歪曲収差など）を効果的に補正し、かつ光学系の全長を極めて短小のコンパクトなものにすることができものである。従って、本発明の非球面2群2枚のレンズ系は、最近のますます小型化しているCCDカメラ

20 うなどの撮像装置や画像の投影装置に有用なものであり、かつ本発明にレンズ系によって撮像や投影される画像は、高解像、高品質のものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第一実施態様のレンズ構成図である。

【図2】 第二実施態様のレンズ構成図である。

【図3】 第一実施態様の収差曲線図である。

【図4】 第二実施態様の収差曲線図である。

【図5】 第一実施態様の解像度特性曲線（MTF, 30本/mm）である。

30 【図6】 第二実施態様の解像度特性曲線（MTF, 30本/mm）である。

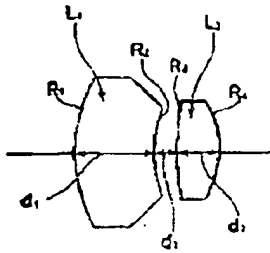
【符号の説明】

L₁ 第1レンズL₂ 第2レンズR₁ 第1レンズの前側曲率半径R₂ 第1レンズの後側曲率半径R₃ 第2レンズの前側曲率半径R₄ 第2レンズの後側曲率半径d₁ 第1レンズの中心肉厚40 d₂ 第1と第2レンズの軸上の空気間隔d₃ 第2レンズの中心肉厚

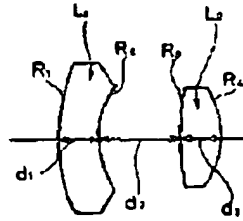
(5)

特開平8-87089

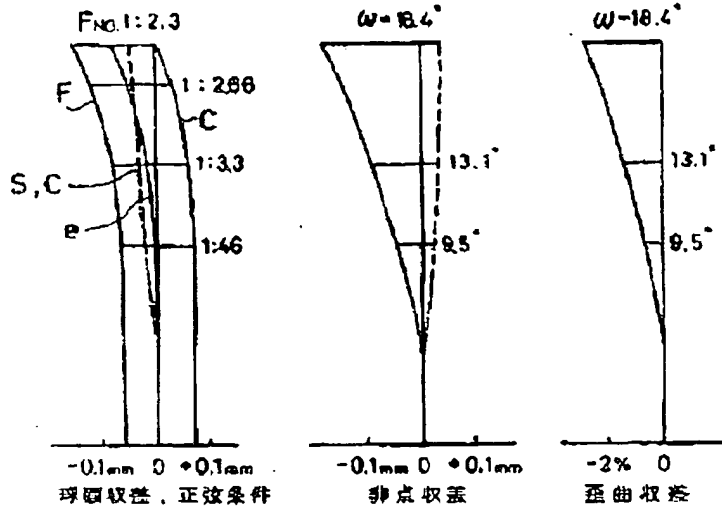
【図1】



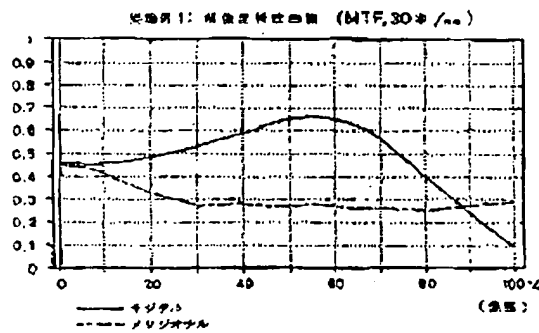
【図2】



【図3】



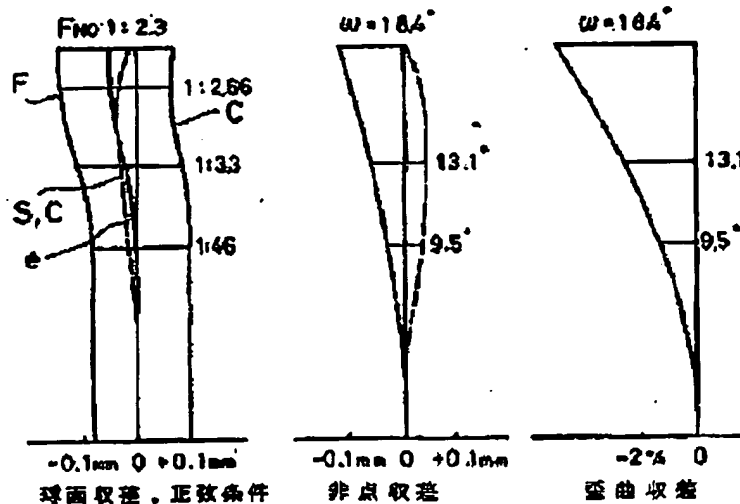
【図5】



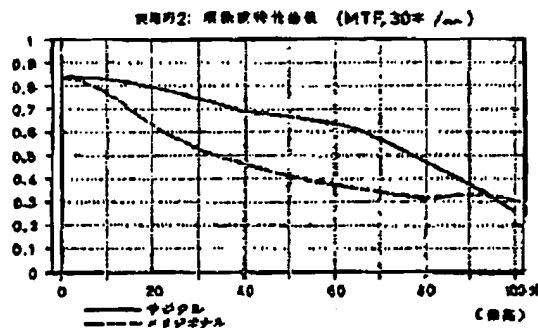
(7)

特開平6-67089

【図4】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成5年10月8日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 2群2枚の非球面レンズ系において、前記レンズ系が、

(1) 第1レンズは前方に凸面を向けた合成樹脂製の凹メニスカスレンズ、第2レンズは前方にゆるい球面を向

けた合成樹脂製の両凸レンズ、

(2) $2.5 \leq (|R_1| + |R_2|) / (|R_1| - |R_2|) \leq 5.5$

(3) $1.3f \leq |R_1| \leq 3f$

(4) $0.15f \leq d_1 \leq 0.5f$

(5) $0.1f \leq d_2 \leq 0.7f$

の光学特性により規定されることを特徴とする撮像または投影用の短小かつ収差補正に優れた2群2枚の非球面レンズ系。但し、前記関係式において、各記号は次のことを意味する。

(8)

特開平6-67089

R_1 第1レンズの前面側曲率半径
 R_2 第1レンズの後面側曲率半径
 R_3 第2レンズの前面側曲率半径
 d_1 第1レンズの中心内厚 (mm)
 d_2 第1と第2レンズの軸上の空気間隔 (mm)
 f 第1、第2レンズの合成焦点距離

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明を記載すれば、本発明は、撮像または投影用の短小かつ収差補正に優れた2群2枚の非球面レンズ系において、前記レンズ系が、
 (1) 第1レンズは前方に凸面を向けた合成樹脂製の凹メ

ニスカスレンズ、第2レンズは前方にゆるい球面を向けた合成樹脂製の両凸レンズ、

(2) $2.5 \leq (|R_1| + |R_2|) / (|R_1| - |R_2|) \leq 5.5$

(3) $1.3f \leq |R_2| \leq 3f$

(4) $0.15f \leq d_1 \leq 0.5f$

(5) $0.1f \leq d_2 \leq 0.7f$

の光学特性により規定されることを特徴とする2群2枚の非球面レンズ系に関するものである。但し、前記関係式において、基記号は次のことを意味する。

R_1 第1レンズの前面側曲率半径

R_2 第1レンズの後面側曲率半径

R_3 第2レンズの前面側曲率半径

d_1 第1レンズの中心内厚 (mm)

d_2 第1と第2レンズの軸上の空気間隔 (mm)

f 第1、第2レンズの合成焦点距離

25-268

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-067089
(43)Date of publication of application : 11.03.1994

(51)Int.Cl. G02B 13/18

(21)Application number : 04-223667 (71)Applicant : COLCOAT ENG KK
(22)Date of filing : 31.07.1992 (72)Inventor : KATOU TAKAHITO

(54) ASPHERICAL LENS SYSTEM CONSISTING OF TWO ELEMENTS IN TWO GROUPS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the lens system which photograph or project a faithful image and has aberrations excellently compensated and is short in the overall length of its optical system and compact by satisfying specific conditions.

CONSTITUTION: In the aspherical lens system of two-group, two-element constitution for photography or projection, a 1st lens L1 consists of a concave meniscus lens made of a synthetic resin having a convex surface in the front and a 2nd lens L2 consists of a biconcave lens made of synthetic resin having a gentle spherical surface in the front. Then, the lens system is prescribed by optical characteristics of 2.5≤

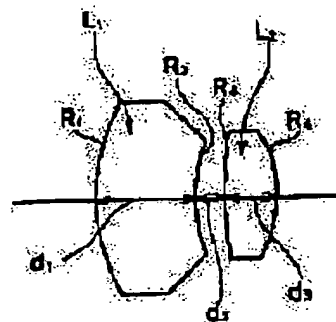
$(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$

$(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) \leq 5.5, 1.3f \leq$

$\frac{1}{R_3} \leq 3f, 0.15f \leq d_1 \leq 0.5f, 0.1f \leq d_2 \leq$

0.7f. Here, R1 is the radius of front-side curvature of the 1st lens L1, R2 the radius of rear-side curvature of the 1st lens L1, R3 the radius of front-side curvature of the 2nd lens L2, d1 the center thickness (mm) of the 1st lens L1, d2

the air gap (mm) between the 1st lens L1 and 2nd lens L2 on the optical axis, and (f) the composite focal length of the 1st lens L1 and 2nd lens L2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office